Analytical Chemistry

Chemistry: is a science concerned with the study of properties, structure, components of the materials changes occur to it and emitted or absorbed energies accompany these changes.

الكيمياء: هو العلم الذي يعني بدراسة خواص وتركيب ومكونات المواد والتغيرات التي تحدث لها والطاقة المنبعثة او الممتصة التي تصاحب هذا التغيير.

Chemistry science is classified according to the type of materials and the purpose of their studies into these general branches:

Analytical Chemistry, Organic Chemistry, Inorganic Chemistry and Physical Chemistry. Other branches are Theoretical Chemistry, Quantum Chemistry, and Nuclear Chemistry etc.

ANALYTICAL CHEMISTRY: الكيمياء التحليلية :

It is a chemistry branch deals with the study on the identification of material composition and the determination of the amount of each component presented by an expression of concentration directly or indirectly (after separation). Analytical chemistry includes three types of analysis. Analytical chemistry helped in understanding the natural phenomena through providing the knowledge about quantitative relations of the phenomena. It develops chemistry science and other sciences since most of the laws based on the quantitative analysis.

الكيمياء التحليلية تتضمن تحديد هوية مكونات المواد وتقدير كمية هذه المكونات باسلوب مباشر او غير مباشر أي بعد فصل المكونات. للكيمياء التحليلية الفضل في فهم الظواهر الطبيعية وتطوير علم الكيمياء والعلوم الاخرى من خلال توفير المعلومات الكمية التي ساهمت بوضع القوانين.

1- QUALITATIVE ANALYSIS: التحليل النوعي (الوصفي):

It is process of many steps that through which material, compounds or elements or elements forming certain material or a mixture of materials can be identified at liquid, gas or solid phases. This process is the first step in analysis.

تتكون من عدة خطوات يمكن من خلالها تحديد هوية المادة او مكوناتها من العناصر او المركبات او مزيج المواد في الحالة الصلبة او السائلة او الغازية.

2-QUANTITATIVE ANALYSIS: التحليل الكمي:

It is a process deals with the determination of elements or other components that form the analyzed material (compound or mixture). It tell us what is the amount of the components of the materials or their components. Quantitative analysis can not be preceded without processing qualitative analysis.

التحليل الكمي يتمثل بقياس تراكيز وكميات المواد او العناصر او المركبات التي تتكون منها المواد او مزيج من المواد.

QUANTITATIVE ANALYSIS divided into: يقسم التحليل الكمي الى:

a. GRAVIMETRICANALYSIS التحليل الوزني :

Gravimetric analysis includes the processes that enable us to determine the weight of the material under consideration or some of the material components and can be done by one of two methods.

1) **Direct method:** by measuring the weights of the analytical process products which should be of definite and defined composition or structure.
2) **Indirect method:** follows the weight losses of the materials or their components.

التحليل الوزني يمثل عمليات تمكننا من قياس وزن المادة قيد التحليل او مكوناتها مباشرة عن طريق وزن نواتج عمليات التحليل او بصورة غير مباشرة عن طريق متابعة الفقدان في وزن المواد او مكوناتها.

b. VOLUMETRIC ANALYSIS: التحليل الحجمي:

Indirect methods are used in this process to determine the weights of the materials or their components and include the following:

التحليل الحجمي تمثل طرائق غير مباشرة في قياس اوزان المواد او مكوناتها تتمثل في:

1) Titration methods: طرائق التسحيح:

In these methods the volume of solutions of defined concentrations which is required to complete the reaction with the materials or their components is measured. From this volume of defined concentration and the knowledge of the balanced reaction equation one can estimate the concentration or the amount of the materials or their components. Indicators (Pigments such as phenolphthalein) are used to define the end point of the reaction (equivalent point).

These indicators show sudden and sharp change in physiochemical properties such as turbidity or color at the end point.

في طرائق التسحيح يتم حساب حجم المحلول ذو التركيز المعلوم اللازم لاكمال التفاعل مع المواد او مكوناتها ويستدل على انتهاء التفاعل عند نقطة الانتهاء باستخدام الدلائل ومنها الفينو لفثالين وهي مواد تعطي تغير حاد في احد الخواص الفيزيوكيميائية مثل اللون او العكورة.

2) Gas analysis: التحليل الغازي:

In this method the amounts of consumed gases or the amounts of gas product as a result of the gas material reaction with other material are determined.

يتم قياس كمية الغاز المستهلك او الغاز الناتج عن عملية التحليل نتيجة لتفاعل المادة الغازية مع مواد اخرى.

3) INSTRUMENTAL METHODS OF ANALYSIS (Physiochemical methods of analysis): طرائق التحليل الالي

Determination of materials or their components can be performed using instruments that their measurements of certain properties such as conductivity, turbidity, potentiometry, color, refractive index, absorption at UV or visible region etc…provided these measurements depend on and relate to the concentration of the material or its components directly or indirectly.

تتضمن طرائق التحليل الالي استخدام الاجهزة لقياس المواد او مكوناتها باسلوب مباشر او غير مباشر ويتم عن طريق قياس احد الخواص كالتوصيلية، التعكيرية، القياست الجهدية، اللون، معامل الانكسار و الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية او المرئية بشرط ان تكون القياسات تناسبية مع التركيز.

A - Using of Conductivitimeter to measure the conductivity of sample solution which is changing with variation in the component concentration.

استخدام جهاز قياس التوصيلية لقياس التوصيل الكهربائي الذي يتناسب طردياً مع التركيز.

B - Using of potentiometer to measure the potential of an electrode which is in equilibrium with the sample solution.

استخدام جهاز قياس الجهدية لقياس فرق الجهد للقطب الذي في حالة توازن مع محلول المادة.

C - Using of UV-visible spectrometer to measure the absorbance of radiation at a wave length that relate to the component directly or to the compound formed by its reaction with a reagent.

استخدام مطياف الاشعة فوق البنفسجية والمرئية لقياس الامتصاص عند طول موجي خاص بالمادة او المركب المتكون من تفاعلها او مكوناتها مع الكاشف.

STEPS OF CHEMICAL ANALYSIS: خطوات التحليل الكيميائي:

There are a general steps for any analysis process, a modifications in these steps depend on nature, size, and complicity of the sample, the accuracy required and availability of reagents chemicals equipments and apparatus

STEP 1: CHOICE OF THE METHOD: اختيار الطريقة

The selected method should be suitable to the nature of the sample, number of samples and accuracy required. Some samples like archaeological or forensic samples need a nondestructive method to keep the samples without destruction.

تعتمد الطريقة على طبيعة النموذج وعدد النماذج ودرجة الدقة في التحليل وبعض النماذج الاثارية والجرمية تحتاج طرائق تحليل لا اتلافية لغرض الحفاظ عليها كما هي.

STEP 2: SAMPLING: اختيار العينات او النماذج:

Sampling is a very important criterion. It is the fraction of the material with which he plans to work. It is truly representative the whole of it. If the material is big many samples are selected and collected.

اختيار العينات خطوة حرجة و مهمة جداً. فالعينة تمثل جزء المادة المخطط للعمل فيه. وهو حقيقية يمثل كل العينة. وفي حالة كون المادة المراد تحليلها كبيرة فيمكن اخذ عدة عينات ومن ثم جمعها.

STEP 3: PREPARING OF LABORATORY SAMPLE:

تحضير النموذج المختبري

The field sample is treated to prepare the laboratory sample required for the analysis.

1. Producing a homogenized sample by crashing, grinding and mixing.
2. Decreasing the size of the material sample granules.
3. Turning the sample into a phase and formula can be attacked by reagent.
4. Care should be taken to avoid the interferences or any other factors affecting the estimation such as contamination.

يتم معاملة النموذج لتحضير النموذج المختبري بالسحق والطحن والخلط وتقليل حجم اجزاء المادة وتحويلها الى هيئة جاهزة للتفاعل مع الكاشف، كما ويتوخى الحذر من التداخلات التي تسببها المكونات الاخرى للمادة او اية عوامل اخرى تؤدي الى التداخل كتلوث النموذج.

STEP 4: PROCUREMENT OF MEASURED QUANTITY OF THE SAMPLE: قياس كمية من النموذج

If the sample is solid certain weight of the dried homogenized sample is taken using calibrated balance. If it is liquid certain volume is taken.

يتم وزن جزء من النموذج اذا كان صلب او يؤخذ حجم معين من النموذج السائل لاغراض التحليل.

STEP 5: DISSOLUTION OF THE MEASURED SAMPLE:

اذابة النموذج المقاس:

A suitable solvent is selected to dissolve the sample completely and within short time. The sample should not interfere in the analysis. Water is a magic solvent for almost all the inorganic materials and some of the organic materials. Organic materials require organic solvents like alcohols, carbontetrachloride and chloroform. Fusion is used for melting samples do not dissolve in solvents.

يتم اذابة النموذج تماماً وبوقت قصير وبشرط ان لايتد اخل المذيب. والماء المذيب الافضل للمواد اللاعضوية في حين تحتاج المواد العضوية الى مذيبات عضوية كالكحولات والكلوروفورم.

STEP 6: SEPARATION OF THE INTERFERING SUBSTANCES.

فصل المواد المتداخلة

To measure the sample freely from interferences by other components certain steps should be taken such as separation or using masking agents.

يتم استخدام الفصل الكيميائي واستخدام المواد الماسكة لتجنب التداخل في قياس النموذج.

STEP 7: COMPLETION OF THE ANALYSIS اتمام التحليل

This step concern with the measurement of the substance or component under consideration precisely using a suitable method by precipitation or color formation, titration etc.

تهتم هذه الخطوة وباستخدام وسيلة مناسبة بالترسيب او تكوين اللون او التسحيح الخ بقياس المادة او جزء المادة بدقة.

STEP 8: CALCULATIONS AND DATA ANALYSIS:

الحسابات وتحليل النتائج

From the numeric results obtained by measurements the final result is calculated using the weight of the analyzed sample. The final results may be evaluated by statistic analysis.

يتم حساب التركيز باستخدام نتائج القياسات ووزن او حجم النموذج الذي تم تحليله كما ويتم تقويم النتائج احصائياً.

Calculation of Equivalent weight

حساب الوزن المكافئ

1- Acids: 1-الحوامض :

$$eq.wt(acid) = \frac{M.Wt}{\text{no. of hydrogen atoms ionized } (H^+)}$$

$$\text{الوزن المكافئ للحامض} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للحامض}}{\text{عدد ذرات الهيدروجين المتأينة}}$$

Ex. Calculate the Equivalent weight for hydrochloric and Sulfuric acid

Atomic Weight = Cl= 35.5 H=1 O=16 S= 32

$$eq.wt(Acid) = \frac{M.Wt}{\text{no. of hydrogen atoms ionized } (H^+)}$$

HCl $M.Wt = 1 + 35.5 = 36.5\ g/mole$

$$eq.wt = \frac{36.5}{1} = 36.5$$

H_2SO_4 $M.Wt = (2x1) + (1x\,32) + (4x16) = 98\ g/mole$

$$eq.wt = \frac{98}{2} = 49$$

2-Bases : 2- القواعد:

$$eq.wt(Base) = \frac{M.Wt}{\text{no. of hydroxide atoms ionized } (OH^-)}$$

$$\text{الوزن المكافئ للقاعدة} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للقاعدة}}{\text{عدد ذرات الهيدروكسيد المتأينة}}$$

Ex: Calculate the Equivalent weight for Sodium hydroxide

Atomic Weight =H=1 O=16 Na= 23 Al=27

$$eq.wt(Base) = \frac{M.Wt}{\text{no. of hydroxide atoms ionized } (OH^-)}$$

NaOH $M.Wt = 23 + 1 + 16 = 40\ g/mole$

$$eq.wt = \frac{40}{1} = 40$$

$Al(OH)_3$ $M.Wt = 27 + (3x1) + (3x16) = 78\ g/mole$

$$eq.wt = \frac{78}{3} = 26$$

3- Salts: 3- الأملاح:

$$eq.wt(salt) = \frac{M.wt}{no.of\ cations\ x\ oxidation\ number\ of\ cations}$$

$$\text{الوزن المكافئ للملح} = \frac{\text{الوزن الجزيئي للملح}}{\text{عدد ذرات الفلز } x \text{ عدد}}$$

Ex: Calculate the Equivalent weight for Calcium chloride and Ferric sulfate. Atomic Weight: Ca=40 Cl=35.5 S = 32 Fe= 56 O=16 H=1

$$eq.wt(salt) = \frac{M.wt}{no.of\ cations\ x\ oxidation\ number\ of\ cations}$$

$CaCl_2$ $M.wt = 40 + (2x35.5) = 111g/mole$

$$eq.wt = \frac{111}{2x1} = 55.5$$

$Fe_2(SO_4)_3$ $M.wt = (2x56) + (3x32) + (12x16) = 400g/mole$

$$eq.wt = \frac{400}{3x2} = 66.667$$

4- Oxidizing and Reducing Agent: 4 – العامل المؤكسد والعامل المختزل :

$$eq.wt(\text{Oxidizing Agent}) = \frac{M.wt}{no.of\ electrons\ gained}$$

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المؤكسد} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المكتسبة}}$$

$$eq.wt(\text{Reducing Agent}) = \frac{M.wt}{no.of\ electrons\ lost}$$

$$\text{الوزن المكافئ للعامل المختزل} = \frac{\text{الوزن الجزيئي}}{\text{عدد الالكترونات المفقودة}}$$

Ex: Calculate the Equivalent weight for $KMnO_4$

Atomic Weight = K= 39 Mn =55 O=16

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$$

نلاحظ من المعادلة السابقة حدوث اكتساب للألكترونات اي ان $KMnO_4$ عامل مؤكسد.

$$eq.wt(\text{Oxidizing Agent}) = \frac{M.wt}{no.of\ electrons\ gained}$$

$$KMnO_4\ \ M.wt = 39 + 55 + (4x16) = 158\ g/mole$$

$$eq.wt = \frac{158}{5} = 31.6$$

Ex: Calculate the Equivalent weight for Compounds below.

أسئلة: احسب الوزن المكافئ للمركبات الاتية:

HCl – H_2SO_4 – $NaOH$ – $Fe(OH)_2$ – $Fe(OH)_3$ – NH_4OH – K_2CrO_4 – NaF – H_3PO_4
$ZnCl_2$ – $MgSO_4$ – $AgNO_3$ – $Pb(OH)_2$ – CH_3COOH – Na_2CO_3 – $Hg_2(NO_3)_2$ – HI